

549,933

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 2 月 17 日 (17.02.2005)

PCT

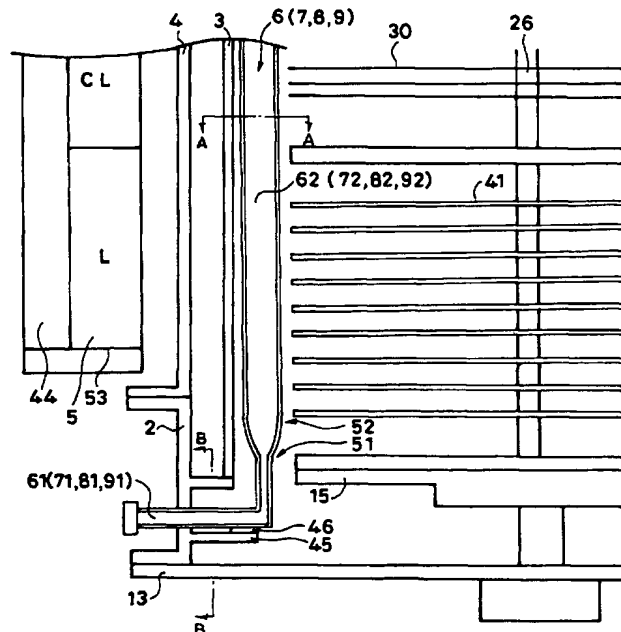
(10) 国際公開番号
WO 2005/015619 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/205, C23C 16/455 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/011266 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中磯 直春
(22) 国際出願日: 2004 年 8 月 5 日 (05.08.2004) (NAKAISO, Naoharu) [JP/JP]; 〒1648511 東京都中野
(25) 国際出願の言語: 日本語 区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立国際電
(26) 国際公開の言語: 日本語 気内 Tokyo (JP).
(30) 優先権データ: 特願2003-206526 2003 年 8 月 7 日 (07.08.2003) JP (74) 代理人: 宮本 治彦 (MIYAMOTO, Haruhiko); 〒
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立国際電気 (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC 2280803 神奈川県相模原市相模大野三丁目 1 9 番
INC.) [JP/JP]; 〒1648511 東京都中野区東中野三丁目 1 3 号 アーベイン相模ビル 6 0 2 号 Kanagawa (JP).
1 4 番 2 0 号 Tokyo (JP). (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 基板処理装置および半導体装置の製造方法



(57) Abstract: Disclosed is a substrate processing apparatus which comprises reaction tubes (3, 4) for processing multiple substrates (27), a heater (5) for heating the substrates, and gas introducing nozzles (6, 7, 8, 9, 10) for supplying a gas into the reaction tubes. Each of the gas introducing nozzles (6, 7, 8, 9) is structured so that at least the channel cross section of a portion facing the heater (5) is larger than those of the other portions.

(57) 要約: 基板処理装置は、複数の基板 27 を処理する反応管 3, 4 と、前記基板を加熱するヒータ 5 と、反応管内にガスを供給するガス導入ノズル 6, 7, 8, 9, 10 とを有し、ガス導入ノズル 6, 7, 8, 9 は少なくともヒータ 5 と

[続葉有]

WO 2005/015619 A1



NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

基板処理装置および半導体装置の製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、基板処理装置に関し、特に、シリコンウエハ等の基板にIC等の半導体装置を製造する縦型CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置等の基板処理装置に関するものである。

背景技術

- [0002] 基板処理装置としては、所要枚数の基板を一度に処理するバッチ式の基板処理装置、例えば、縦型反応炉を具備し、所要枚数の基板を一度に処理する縦型CVD装置がある。
- [0003] 半導体装置の製造工程に於いて、基板(ウエハ)にポリシリコン(polycrystalline silicon)膜やシリコン窒化膜等のCVD膜を成膜するのにバッチ式縦型ホットウオール型減圧CVD装置が広く使用されている。
- [0004] 一般的なバッチ式縦型ホットウオール型減圧CVD装置は、インナチューブ及びインナチューブと同心に設けられたアウトチューブにより構成される反応管と、アウトチューブを囲繞する様に配設され反応管内を加熱するヒータと、インナチューブ内に反応ガスを導入するガス導入ノズルと、反応管内を真空排気する排気口等から構成される縦型炉とを具備し、所要枚数のウエハが基板保持具(ボート)によって水平姿勢で多段に保持された状態でインナチューブ内に下方から装入され、インナチューブ内に反応ガスがガス導入ノズルにより導入されると共に、ヒータによって反応管内が加熱されることにより、ウエハにCVD膜が成膜される様になっている。
- [0005] 従来、斯かる基板処理装置としては、例えば、特開2000-68214号公報に示される縦型CVD装置がある。
- [0006] このような縦型CVD装置では、ガス導入ノズルとして反応ガス供給ノズルを複数本具備し、反応ガス供給ノズルには例えば1/4インチ径(外径)の石英製の管が用いられ、反応ガス供給ノズルはインナチューブの下側に水平方向から挿入される水平部分と、インナチューブの内面に沿って上方に延在する垂直部分とから成り、L字状

をしている。又、垂直部分はインナチューブとボート、ボートに保持されたウエハとの間隙に設けられており、上端が開放され、インナチューブ内に反応ガスを分散して供給できる様、それぞれの反応ガス供給ノズルの垂直部分の長さは段階的に異なっている。

[0007] ウエハにCVD膜を成膜する場合、反応生成物はウエハ表面に成膜されるだけでなく、図13に示すように、インナチューブ3の内面、或は反応ガス供給ノズル106の内部にも付着堆積する。特に、反応ガス供給ノズル106のヒータ5に対向している部分はヒータ5によって加熱されるので、特に反応生成物47の付着堆積の傾向が大きい。さらに、反応ガス供給ノズル106の内部はノズル106の外部よりも圧力が高くなるため、ノズル106外壁に付着する反応生成物よりもノズル106の内壁に付着する反応生成物47の方が3〜4倍程度厚くなってしまふ。このため、例えば、ノズル106に1/4インチ径(外径)の石英管を使用し、5000〜10000 Å程度の膜厚のフラットポリシリコン膜(後述する)を成膜する場合、3〜4バッチでノズル106が詰まってしまうことがあつた。この場合、ノズルのクリーニングは行えず、ノズル106を交換するしか手立てがなかった。つまり、3〜4回のバッチ処理毎にノズル106を交換する必要があつた。この為、反応ガス供給ノズルの洗浄等の保守作業を頻繁に行うことを余儀なくされており、基板処理装置の稼働率、スループットの低下の要因となつていた。

[0008] 従つて、本発明の主な目的は、斯かる実情に鑑み、ポリシリコンの厚膜等、厚膜を成膜処理する場合にもガス導入ノズルがすぐに詰まってしまうことがない様にし、メンテナンスサイクルを長くして装置のダウンタイムを減少させ、保守作業の軽減を図ると共にスループットの向上を図ることにある。

発明の開示

[0009] 本発明の一態様によれば、
複数枚の基板を処理する反応容器と、
前記複数枚の基板を加熱するヒータと、
前記反応容器内に反応ガスを供給する少なくとも一つのノズルと、を有する基板処理装置であつて、
前記ノズルは前記反応容器の壁を貫通して前記反応容器に取り付けられ、前記ノ

ズルの少なくとも前記ヒータと対向する部分の流路断面積を前記ノズル取り付け部の流路断面積よりも大きくしたことを特徴とする基板処理装置が提供される。

- [0010] 本発明の他の態様によれば、
- 基板を反応容器内に搬入するステップと、
- 前記反応容器の壁を貫通するよう前記反応容器に取り付けられ、少なくともヒータと対向する部分の流路断面積を前記取り付け部の流路断面積よりも大きくしたノズルより前記反応容器内に反応ガスを供給して前記基板を処理するステップと、
- 処理後の前記基板を前記反応容器より搬出するステップと、
- を有することを特徴とする半導体装置の製造方法が提供される。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本発明の一実施例の縦型CVD装置を説明するための概略縦断面図である。
- [図2]本発明の一実施例の縦型CVD装置を説明するための概略横断面図である。
- [図3]図1の部分拡大縦断面図である。
- [図4A]図3のA-A線断面図である。
- [図4B]図3のB-B線断面図である。
- [図5]本発明の一実施例の縦型CVD装置を用いて、バッチ処理した場合にウエハに成膜される膜の膜厚の変化を示す図である。
- [図6]ガス導入ノズルへの反応生成物の付着状態を説明するための概略部分縦断面図である。
- [図7]ガス導入ノズルの変形例を説明するための概略部分縦断面図である。
- [図8A]ガス導入ノズルの変形例を説明するための図3のA-A線断面図である。
- [図8B]ガス導入ノズルの変形例を説明するための図3のB-B線断面図である。
- [図9A]ガス導入ノズルの変形例を説明するための図3のA-A線断面図である。
- [図9B]ガス導入ノズルの変形例を説明するための図3のB-B線断面図である。
- [図10A]ガス導入ノズルの変形例を説明するための図3のA-A線断面図である。
- [図10B]ガス導入ノズルの変形例を説明するための図3のB-B線断面図である。
- [図11A]ガス導入ノズルの変形例を説明するための図3のA-A線断面図である。
- [図11B]ガス導入ノズルの変形例を説明するための図3のB-B線断面図である。

[図12A]ガス導入ノズルの変形例を説明するための図3のA-A線断面図である。

[図12B]ガス導入ノズルの変形例を説明するための図3のB-B線断面図である。

[図13]従来の縦型CVD装置を説明するための概略部分縦断面図である。

発明を実施するための好ましい形態

[0012] 以下、図面を参照しつつ本発明の好ましい実施の形態を説明する。

[0013] 通常、ポリシリコン膜を成膜する場合、反応ガス供給ノズルより反応ガスとして SiH_4 を炉内に供給し、例えば炉内を 610°C に加熱し、圧力を 26.6Pa に維持して処理を行い成膜する。

[0014] 又、シリコンウエハのバックシール用としてフラットポリシリコン膜が成膜される場合があり、この場合は通常の処理より、 30°C 〜 50°C 高い処理温度とされ、ポリシリコン膜より厚く成膜される。

[0015] 本発明の好ましい実施の形態は、このようなポリシリコン膜やフラットポリシリコン膜の成膜に好適に使用されるものであるが、その中でも、特にフラットポリシリコン膜の成膜に好適に使用されるものである。

[0016] 図1は、基板処理装置の1つである、バッチ式の縦型CVD装置、特に、フラットポリシリコン膜の成膜を行うCVD装置の概略、特に反応炉1の概略を示している。図2は、縦型CVD装置、特に反応炉1の概略を説明するための概略横断面図である。

[0017] ここで、フラットとは、炉内の温度勾配をフラット(略ゼロ)にすることである。したがって、フラットポリシリコン膜とは、温度勾配をフラットにした炉内に配置された複数の基板上に成膜されるポリシリコン膜をいう。このフラットポリシリコン膜の成膜に際しては、複数の基板が配置される炉内の領域全体に均一に成膜ガスを供給するために、ロングノズルと呼ばれる成膜ガスノズルを使用する。ここでロングノズルとは、炉内に複数の基板が配置される領域外からではなく、炉内に複数の基板が配置される領域内から成膜ガスを供給することが可能な成膜ガスノズルをいう。縦型CVD装置の反応炉にあっては、このロングノズルは、通常、炉の下部から挿入されて炉の上部に向けて延在されているため、炉内の下部から挿入されてそこに止まる通常ノズルと比べて長さが長くなっている。上述したフラットポリシリコン膜の成膜には、炉内に複数の基板が配置される領域に沿う、長さの異なる複数本の、例えば4本の石英製のロングノズ

ルが使用される。

- [0018] 図1、2を参照すれば、ロードロック室等の減圧気密室(図示せず)の上部に炉口部を形成するステンレス鋼等から成る炉口フランジ2が気密に設けられ、炉口フランジ2の内面の所要位置にインナチューブ3が同心に支持され、炉口フランジ2の上端にインナチューブ3と同心にアウトチューブ4が設けられ、更にアウトチューブ4の周囲を囲繞する様に円筒状のヒータ5がアウトチューブ4と同心に設けられている。ヒータ5の周囲および上部を覆って断熱材44が設けられている。ヒータ5は、上から、U、CU、C、CL、Lの5つのゾーンに分割されており、基板処理時には、5つのゾーンは同一の温度となる(温度勾配が縦方向にフラットになるように)主制御部24によって制御される。なお、炉口フランジ2の下端はシールキャップ13によって気密に閉塞されるようになっている。
- [0019] インナチューブ3は上端、下端が開放された円筒形状であり、耐熱性を有しウエハを汚染しない材料である石英或は炭化珪素を材料としており、ヒータ5からの熱を蓄熱することで、ウエハへの加熱が均一化する。アウトチューブ4は下端が開放され上端が閉塞された有天円筒形状であり、インナチューブ3と同様に、石英或は炭化珪素を材料としている。
- [0020] インナチューブ3内には、複数枚のウエハ30を水平姿勢で搭載したボート26が設けられている。複数枚のウエハ30間には所定の間隔が設けられている。ボート26は、シールキャップ13に取り付けられたボート受け台15上に搭載されており、ボート26を搭載したシールキャップ13が上昇して炉口フランジ2の下端を気密に閉塞した状態で、ボート26に搭載されたウエハ30は所定の処理位置に位置することになる。ボート26の下部には、複数枚の断熱板41が搭載され、その上部には、5〜10枚のダミーウエハ312が搭載され、その上には、1枚のモニタウエハ325が搭載され、その上には、25枚のプロダクトウエハ304が搭載され、その上には1枚のモニタウエハ324が搭載され、その上には、25枚のプロダクトウエハ303が搭載され、その上には1枚のモニタウエハ323が搭載され、その上には、25枚のプロダクトウエハ302が搭載され、その上には1枚のモニタウエハ322が搭載され、その上には、25枚のプロダクトウエハ301が搭載され、その上には1枚のモニタウエハ321が搭載され、その上には

5〜10枚のダミーウエハ311が搭載されている。

- [0021] インナチューブ3とアウトチューブ4により反応管が構成され、炉口フランジ2、インナチューブ3、アウトチューブ4、ヒータ5等により、縦型炉が構成され、インナチューブ3内部には処理室16が画成され、インナチューブ3とアウトチューブ4との間には円筒状のガス排気路11が画成される。反応容器は、反応管3、4、炉口フランジ2、シールキャップ13等により構成される。
- [0022] 炉口フランジ2の壁を水平方向から気密に貫通し、インナチューブ3の内面に沿い上方、好ましくはインナチューブ3の軸心と平行に延在する複数本(図中では4本)のガス導入ノズル6、7、8、9が設けられている。ガス導入ノズル6、7、8、9は石英製であり、上端が開放され、それぞれガス噴出口63、73、83、93となっている。ガス導入ノズル6、7、8、9により、反応ガスがインナチューブ3内に導入される。ガス導入ノズル6、7、8、9は、炉口フランジ2の壁を同じ高さのところで水平方向に貫通しているが、長さはそれぞれ異なっている。ガス導入ノズル6、7、8、9は、それぞれ反応管の軸心と直交するよう設けられた管軸直交部61、71、81、91と、反応管の軸心と平行に管内面に沿って設けられた管軸平行部62、72、82、92とからなり、管軸平行部62、72、82、92の長さが段階的に異なっている。その結果、ガス導入ノズル6、7、8、9の上端位置(ガス噴出口63、73、83、93)の高さが段階的に異なっている。
- [0023] ガス導入ノズル6、7、8、9の上端のガス噴出口63、73、83、93の高さを段階的に異ならせたのは、反応炉1内の管軸に沿う方向の温度勾配をゼロとしたうえで、複数のウエハ30の膜厚均一性を確保するためには、複数ウエハ30を配置している領域を4ゾーン(プロダクトウエハ301、302、303、304)に分割して、分割した各ゾーンに対応するように、反応炉1内に複数本のガス導入ノズル6、7、8、9をそれぞれ延在させ、これらから反応ガスを供給することが必要となるからである。
- [0024] ガス導入ノズル6、7、8、9の上端のガス噴出口63、73、83、93は、等間隔に配置され、それぞれ25枚のウエハが積層されたプロダクトウエハ301、302、303、304の配列領域の中央部付近にそれぞれ位置している。このように、ガス導入ノズル6、7、8、9の上端のガス噴出口63、73、83、93は処理室16内の4ゾーンのプロダクトウエハ301、302、303、304にそれぞれ対応して位置決めされているので、複数のウエ

ハ30に反応ガスを均等に供給するようになっている。

- [0025] 成膜により反応ガスが消費されるが、ガス導入ノズル6, 7, 8, 9の上端のガス噴出口63、73、83、93が上方に向って段階的に開口しているので、消費分を補う様に反応ガスが順次導入されることとなり、処理室16の下部から上部に至る迄、反応ガスは均等な濃度で導入され、その結果、ウエハ30間の膜厚が均一化される。
- [0026] ガス導入ノズル6, 7, 8, 9は、図2に見られる様に、インナチューブ3の内面に沿って同一円周上に等間隔に配設されている。尚、図1中では説明上、分り易くする為、インナチューブ3の半径方向に配列して示している。又、ガス導入ノズル10は、管軸に直交するストレートノズルであり、材質はガス導入ノズル6, 7, 8, 9と同様に石英製である。
- [0027] 図3、図4A、4Bに示される様に、ガス導入ノズル6, 7, 8, 9の管軸直交部61、71、81、91は細径(小流路断面)となっており、管軸平行部62、72、82、92の少なくともヒータ5と対向する部分は、太径(大流路断面)となっている。太径部の流路断面積は、細径部の流路断面積の少なくとも2倍以上とすることが好ましい。
- [0028] 大流路断面とする方法については、管軸平行部62、72、82、92の内径を管軸直交部61、71、81、91に対して大きくする。管軸直交部61、71、81、91を細径(本実施例では、従来と同じ外径である1/4インチ)とすることで、既存の基板処理装置に対して大きな改造をすることなく、実施可能となる。又、図4A、4Bの如く、管軸平行部62、72、82、92の断面形状を、円周方向の長軸を有する長円、或は楕円とする。この場合、短軸方向の外径は管軸直交部61、71、81、91と同寸法、或はインナチューブ3とボート26およびボート26に保持されるウエハ30と間の間隙を考慮し、ボート26やウエハ30と干渉しない様に決定される。本実施例では、管軸直交部61、71、81、91の断面は、外径が5〜7mm、内径が3〜5mmの円形である。管軸平行部62、72、82、92の短軸方向の外径”b”は7〜9mmであり、内径”a”は5〜7mmである。管軸平行部62、72、82、92の長軸方向の外径”d”は10〜12mmであり、内径”c”は8〜10mmである。
- [0029] 本実施例では、管軸平行部62、72、82、92の内径は太くなり始める箇所51からある傾きを持って太くなり、箇所52においてそれ以降の部分と同じ太さとなっており、こ

の箇所52は、ヒータ5の下端53よりも下に位置している。また、太くなり始める箇所51は、ヒータ5、アウトチューブ4、断熱板41よりも下方であって、ボート受け台15、インナチューブ3の下端よりも上方であって、炉口フランジ2と対向する領域内に位置している。

[0030] また、図7に示すように、内径が太くなり終わった箇所52がヒータ5の下端53とほぼ同じ高さとしてもよく((a)参照)、内径が太くなり始める箇所51がヒータ5の下端53とほぼ同じ高さとしてもよく((b)参照)、内径が太くなっている途中の箇所がヒータ5の下端53とほぼ同じ高さとしてもよい((c)参照)。さらに、管軸平行部62、72、82、92の内径は太くなり始める箇所51からある傾きを持って太くなるのではなく、ある箇所54で急に太くなる構造でもよく、この場合にこの箇所54は、ヒータ5の下端53よりも下に位置していてもよく((d)参照)、ヒータ5の下端53とほぼ同じ高さであってもよい((e)参照)。さらにまた、管軸平行部62、72、82、92の上端にガス噴出口63、73、83、93を設けるのではなく、管軸平行部62、72、82、92の側面に複数のガス噴出口48を設けた多孔ノズル((f)参照)を用いるようにしてもよく、この場合においても51、52の位置は、ガス導入ノズル6、7、8、9の場合と同様である。

[0031] 再び、図3を参照すると、管軸平行部62、72、82、92と管軸直交部61、71、81、91は別部品として連結して構成してもよく、一体成形してもよい。

[0032] また、管軸直交部61、71、81、91の下部にはクッション部材46がそれぞれ取り付けられており、クッション部材46は炉口フランジ2の壁に内側に突き出して取り付けられた金属製のリング状のノズル支持部材45に接触している。

[0033] 炉口フランジ2にはガス排気路11の下端部に連通する排気管12が設けられる。ガス導入ノズル6、7、8、9、10から導入された反応ガスはインナチューブ3内を上昇し、インナチューブ3の上端で折返し、ガス排気路11を降下して排気管12より排気される。

[0034] 図1を再び参照すれば、炉口フランジ2の下端開口(炉口)はシールキャップ13によって気密に閉塞される様になっており、シールキャップ13にはボート回転装置14が設けられ、ボート回転装置14によって回転されるボート受台15にボート26が立設される様になっている。シールキャップ13はボートエレベータ17によって昇降可能に

支持されている。

- [0035] ガス導入ノズル6, 7, 8, 9, 10は流量制御器としてのマスフローコントローラ18, 19, 20, 21, 22をそれぞれ介して SiH_4 等の反応ガスを供給する反応ガス供給源42、或は窒素ガス等の不活性ガスを供給するパージガス供給源43に接続されている。
- [0036] ヒータ5の加熱、ボートエレベータ17の昇降、ボート回転装置14の回転、マスフローコントローラ18, 19, 20, 21, 22の流量は、主制御部24によって制御される。又、主制御部24には炉内温度を検出する1又は複数の温度検出器25からの温度検出信号が入力され、ヒータ5が炉内を均一加熱する様制御されている。
- [0037] 以下、操作について説明する。
- [0038] ボートエレベータ17によりボート26が降下され、降下状態のボート26に対してウエハ27が図示しない基板移載機により移載される。ウエハ27が所定枚数装填された状態で、ボートエレベータ17がシールキャップ13を上昇させ、ボート26を処理室16に装入する。処理室16はシールキャップ13により気密に閉塞され、排気管12を介して処理圧力迄減圧され、ヒータ5により処理室16が処理温度に加熱される。又、ボート回転装置14によりボート26が、鉛直軸心を中心に回転される。
- [0039] マスフローコントローラ18, 19, 20, 21, 22が反応ガス(SiH_4)の流量を制御し、反応ガスはガス導入ノズル6, 7, 8, 9, 10より処理室16に導入される。なお、この反応ガス(SiH_4)は、100% SiH_4 として、単独で導入してもよく、 SiH_4 を N_2 で希釈して導入してもよい。
- [0040] 反応ガスは処理室16内を上昇する過程で、熱化学反応により反応生成物がウエハ27に堆積し、成膜される。又、ボート26が回転されるので、反応ガスのウエハ27に対する偏流が防止される。
- [0041] 又、成膜により反応ガスが消費されるが、ガス導入ノズル6, 7, 8, 9の上端位置(ガス導入位置)が上方に向って段階的に開口しているので、消費分を補う様に反応ガスが順次導入されることとなり、処理室16の下部から上部に至る迄、反応ガスは均等な濃度で導入される。従って、ウエハ面間の膜厚が均一化される。
- [0042] 又、マスフローコントローラ18, 19, 20, 21, 22は反応ガスのガス濃度が一定となる様に、各ガス導入ノズル6, 7, 8, 9, 10からのガス導入量を制御している。

- [0043] 反応ガスは管軸直交部61、71、81、91を通過して、管軸平行部62、72、82、92を上昇する過程で、ヒータ5で加熱される。この為、管軸平行部62、72、82、92を通過する過程で、反応生成物が管軸平行部62、72、82、92内面に付着することがある。上記した様に、管軸平行部62、72、82、92の少なくともヒータ5と対向する部分は太径としているので、図6に示すように、反応生成物47が付着したとしても、ガス導入ノズル6、7、8、9を詰らせるには至らない。
- [0044] 又、管軸直交部61、71、81、91は、温度が低く反応が進まないので、細径のままでも構わない。図3の様に、管軸直交部61、71、81、91と管軸平行部62、72、82、92との接合部近傍、又は、管軸平行部62、72、82、92であっても、ヒータ5と対向しない部分であって管軸直交部61、71、81、91から立ち上がったある位置までは、300〜400℃未満であり反応が進まないので細径である。
- [0045] 尚、管軸平行部62、72、82、92のヒータ5と対向した部分であっても、300〜400℃未満であって加熱の進まない下部については細径のままとしてもよい。又、流路断面を大きくする部分をヒータ5と対向した部分で更にウエハ30が収納される領域としてもよい。
- [0046] 従って、成膜処理を繰返し行った場合も、ノズルの詰まりを抑制でき、ガス導入ノズル6、7、8、9からの反応ガスの供給量に不足は生じることなく、品質の高い基板処理を行うことができる。特にポリシリコン、好ましくはフラットポリシリコンの厚膜等の成膜処理に於いて、効果が期待できる。また、 SiH_4 等のシラン系ガスと GeH_4 等のゲルマン系ガスを用いて行うSiGe膜の成膜にも適用できる。
- [0047] このように、ノズルの流路断面積を大きくする必要がある部分は、成膜反応が生じる程度の温度となる部分(SiH_4 の場合300〜400℃以上となる部分)や、反応ガスが分解する程度の温度となる部分(SiH_4 の場合300〜400℃以上となる部分)である。
- [0048] また、ノズルの流路断面積を大きくしなくてもよい部分は、ノズル取り付け部、ノズル水平部、ノズル折れ曲がり部、ヒータと対向しない部分、成膜反応が生じない程度の温度となる部分(SiH_4 の場合300〜400℃未満となる部分)や、反応ガスが分解しない程度の温度となる部分(SiH_4 の場合300〜400℃未満となる部分)である。
- [0049] 図5は本発明に係る基板処理装置に於いて、バッチ処理した場合にウエハに成膜

される膜厚の変化を示したものである。

- [0050] 処理条件としては、例えば成膜温度即ち、少なくとも処理室16のウェハ30が収納された領域の温度が650〜670℃、成膜圧力10〜30Pa、成膜膜厚5000〜10000 Å、反応ガス流量(SiH_4 、総流量:0.2〜1SLM)が好ましい。
- [0051] 図5では、上記処理条件にてバッチ処理を10回繰返した場合を示しており、平均膜厚(同一バッチ処理したウェハ間の膜厚平均値)は、バッチ処理毎に、漸次増加する傾向にあるが、バッチ処理毎の膜厚均一性は±0.38%と製品品質上支障ない範囲に止まっており、ノズルの詰まりを抑制でき、反応ガスの供給量に不足が生じないことを示している。従来は、3〜4バッチで詰まっていたが、本実施例によれば、ノズルを詰まらせることなく10バッチ以上行うことができることが確認できた。
- [0052] 又、バッチ処理毎の膜厚均一性のデータを集積し、傾向を把握することで、マスフローコントローラ18, 19, 20, 21, 22を制御し、バッチ処理毎に流量を制御すれば更に膜厚均一性が向上する。
- [0053] 尚、上記の実施の形態で、成膜温度が650℃〜670℃の場合を例示したが、成膜温度は620℃以上で、例えば620℃〜680℃としてもよい。又、管軸平行部62, 72, 82, 92の製造にあつては、一例として、3/8インチの管を押潰して成形する等がある。又、断面形状としては円形、長円、楕円に限らず、円弧状の長円であっても、或は円周方向に長辺を有する矩形であってもよく、要は流路断面を拡大できる形状であればよい。例えば、ひしゃげた円形状、略楕円形状、円を潰したような形状(楕円形、卵形、角を丸めた長方形、対向した半円の端同士を直線で結んだ形)、短軸が基板中央部側を向く略楕円形状、基板中心とノズル中心とを結ぶ直線方向に短軸を有する略楕円形状、基板中心とノズル中心とを結ぶ直線と略垂直な方向に長軸を有する略楕円形状、基板中心とノズル中心とを結ぶ直線方向の幅よりも、それと略垂直な方向の幅の方が大きくなるような形状、基板中心とノズル中心とを結ぶ直線と略垂直な方向に長辺を有する長方形、基板中心とノズル中心とを結ぶ直線と略垂直な方向に長軸を有する菱形が好ましく挙げられる。このような変形例を図8A〜図12Bに図示する。
- [0054] 又、反応炉は横型であっても実施可能であることは言う迄もない。

以上説明したように、本実施例においては、ノズルの少なくともヒータと対向する部分の流路断面積をノズルの反応容器への取り付け部の流路断面積よりも大きくしたので、ノズルの詰まりを抑制でき、メンテナンスを行うまでの処理回数を増やすことができる。これにより、メンテナンスの頻度を減らす(メンテナンスサイクルを長くする)ことができ、装置のダウンタイムを減少させることができる。

[0055] また、ノズルの反応容器への取り付け部の流路断面積は大きくしておらず、従来と同形状(1/4インチ径)とすることができるので、従来と同形状の(1/4インチ径ノズル対応の)炉口フランジをそのまま使用でき、炉口フランジを新たに設計し直す必要がない。なお、ノズル全体の流路断面積を大きくした場合は、変更したノズル形状に適合するように炉口フランジを新たに設計し直す(設計変更する)必要がある。

[0056] ノズルの少なくともヒータと対向する部分の断面形状をひしゃげた円形状(略楕円形状)としたので、ウェハとインナチューブとの間のクリアランスを小さくできる。これにより基板面内でのガス濃度を均一にでき、面内膜厚均一性、面内膜質均一性を向上させることができる。また、反応管容積を小さくすることができ、使用するガス量を節約することができる。また装置を小型化することもできる。

[0057] 明細書、特許請求の範囲、図面および要約書を含む2003年8月7日提出の日本国特許出願2003-206526号および2004年3月29日提出の日本国特許出願2004-096063号の開示内容全体は、そのまま引用してここに組み込まれる。

[0058] 種々の典型的な実施の形態を示しかつ説明してきたが、本発明はそれらの実施の形態に限定されない。従って、本発明の範囲は、次の請求の範囲によってのみ限定されるものである。

産業上の利用可能性

[0059] 以上説明したように、本発明の一形態によれば、複数枚の基板を処理する反応管と、基板を加熱するヒータと、反応管内にガスを供給する少なくとも1つのガス導入ノズルとを有する基板処理装置に於いて、ガス導入ノズルは少なくともヒータと対向する部分の流路断面を他の部分より大きくしたので、成膜処理する場合にガス導入ノズルの詰りを抑制でき、又、保守作業の軽減が図れ、メンテナンスサイクルの短縮やスループットの向上が図れるという優れた効果を発揮する。

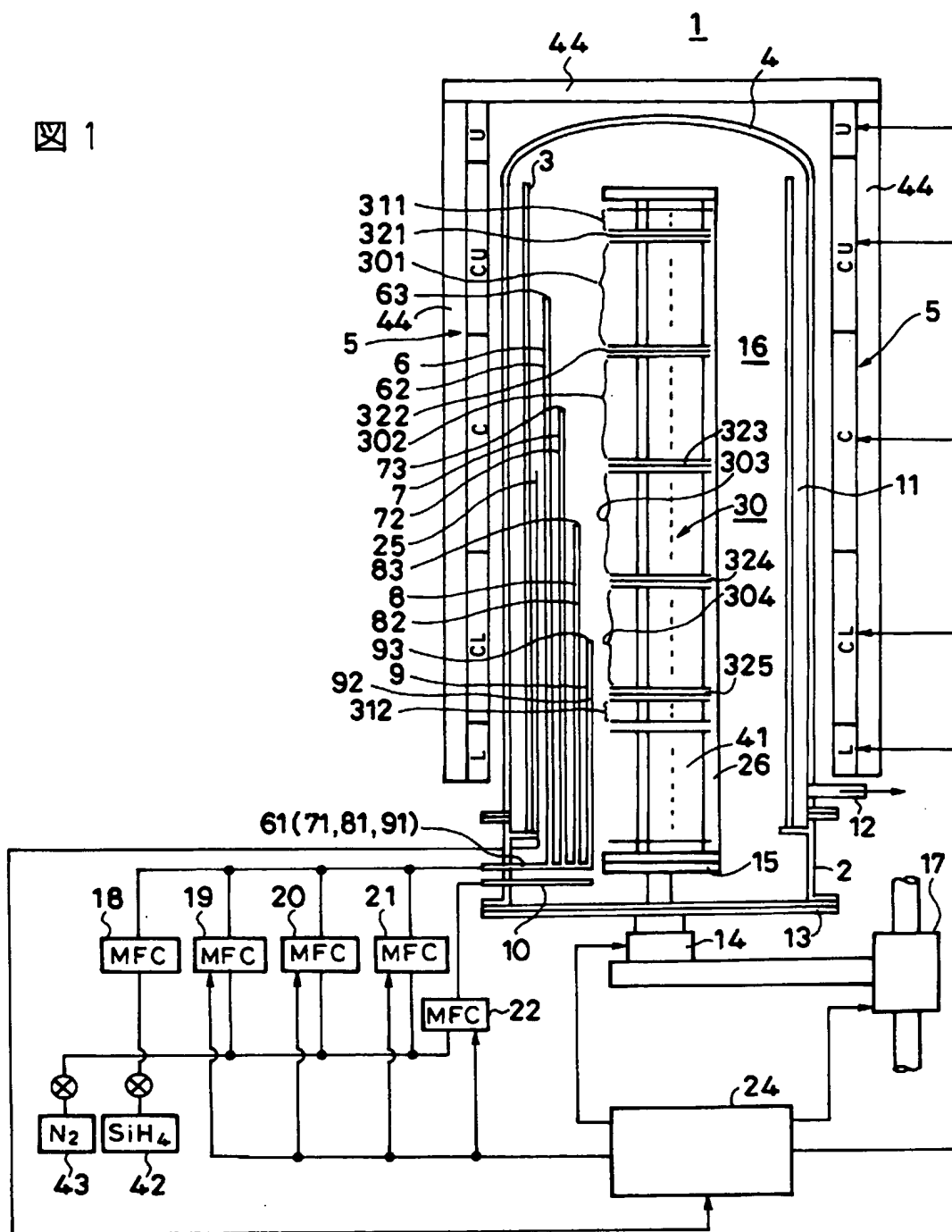
[0060] その結果、本発明は、シリコンウエハに半導体装置を製造する縦型CVD装置やこのCVD装置を用いる半導体装置の製造方法に特に好適に利用できる。

請求の範囲

- [1] 複数枚の基板を処理する反応容器と、
前記複数枚の基板を加熱するヒータと、
前記反応容器内に反応ガスを供給する少なくとも一つのノズルと、を有する基板処理装置であって、
前記ノズルは前記反応容器の壁を貫通して前記反応容器に取り付けられ、前記ノズルの少なくとも前記ヒータと対向する部分の流路断面積を前記ノズル取り付け部の流路断面積よりも大きくしたことを特徴とする基板処理装置。
- [2] 前記ノズルの少なくとも前記ヒータと対向する部分の断面形状をひしゃげた円形状としたことを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。
- [3] 前記ノズルの前記取り付け部の断面形状を円形状にしたことを特徴とする請求項2記載の基板処理装置。
- [4] 前記ノズルの少なくとも前記ヒータと対向する部分の断面形状を略楕円形状とし、その短軸が基板中央部側を向くようにしたことを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。
- [5] 前記ノズルの前記取り付け部の断面形状を円形状とし、その直径を前記短軸よりも小さくしたことを特徴とする請求項4記載の基板処理装置。
- [6] 前記ノズルの少なくとも前記ヒータと対向する部分の断面形状を、基板中心とノズル中心とを結ぶ直線方向の幅よりも、それと垂直な方向の幅の方が大きい形状としたことを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。
- [7] 前記ノズルの前記取り付け部の断面形状を円形状とし、その直径を前記ノズルの基板中心とノズル中心とを結ぶ直線方向の幅よりも小さくしたことを特徴とする請求項6記載の基板処理装置。
- [8] 前記ノズルは水平方向に伸びる水平部と、垂直方向に立ち上がる垂直部とを有し、前記水平部が前記反応容器の側壁に取り付けられ、前記垂直部の一部が前記ヒータと対向することを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。
- [9] 前記反応ガスとは成膜ガスであり、前記処理とは成膜処理であることを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。

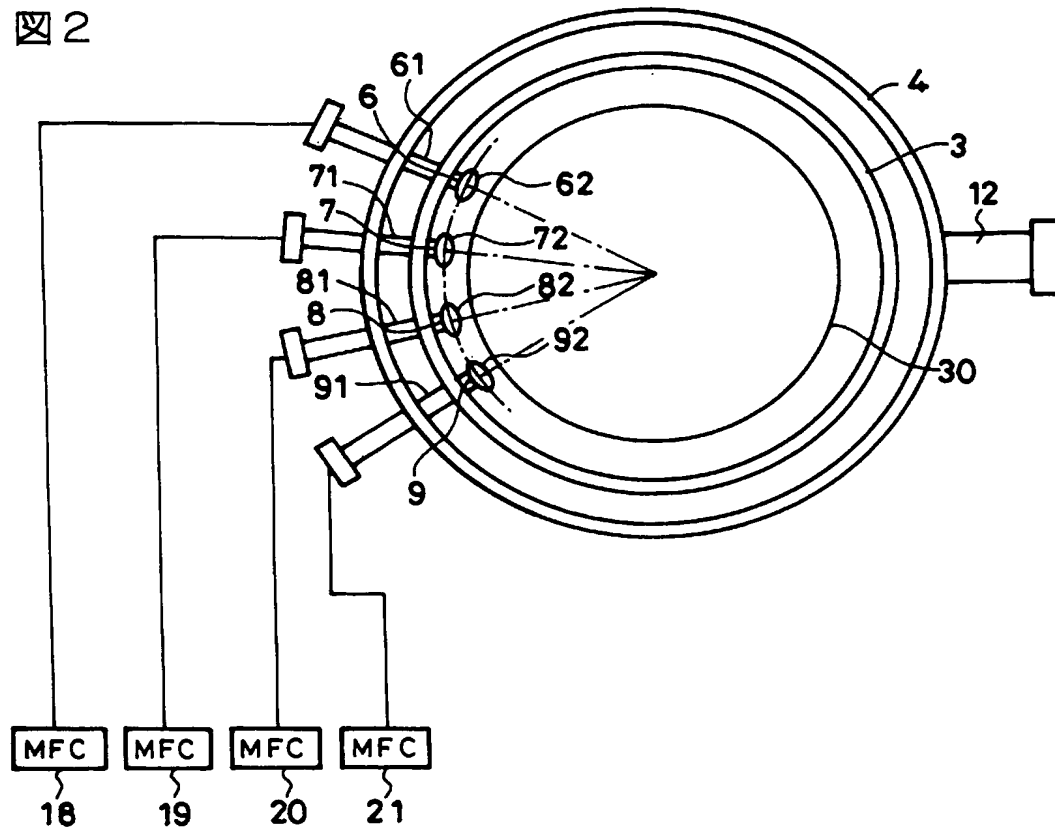
- [10] 前記反応ガスとは SiH_4 であり、前記処理とはシリコン膜の成膜処理であることを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。
- [11] 前記ノズルは、長さの異なる複数本のノズルからなることを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。
- [12] 前記ヒータは複数のヒータゾーンに分かれており、前記基板を処理する際、前記各ヒータゾーンに対応する反応容器内の温度を同一温度に保持するよう構成されることを特徴とする請求項11記載の基板処理装置。
- [13] 前記反応ガスとは SiH_4 であり、前記処理とはシリコン膜の成膜処理であることを特徴とする請求項12記載の基板処理装置。
- [14] 前記ヒータは前記基板を処理する際、前記各ヒータゾーンに対応する反応容器内の温度を $650\sim 670^\circ\text{C}$ の範囲内の温度に保持するよう構成されることを特徴とする請求項13記載の基板処理装置。
- [15] 基板を反応容器内に搬入するステップと、
前記反応容器の壁を貫通するよう前記反応容器に取り付けられ、少なくともヒータと対向する部分の流路断面積を前記取り付け部の流路断面積よりも大きくしたノズルより前記反応容器内に反応ガスを供給して前記基板を処理するステップと、
処理後の前記基板を前記反応容器より搬出するステップと、
を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

[図1]



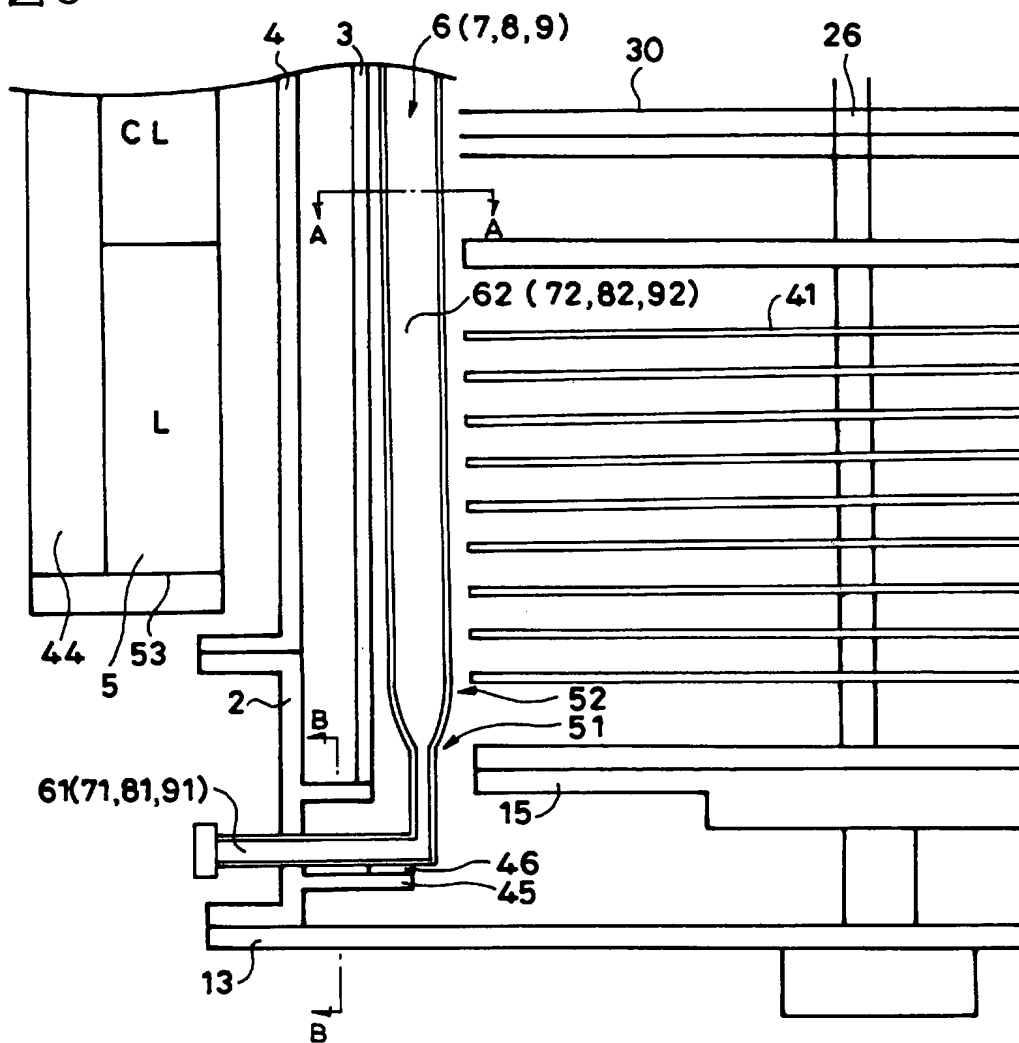
[図2]

図2

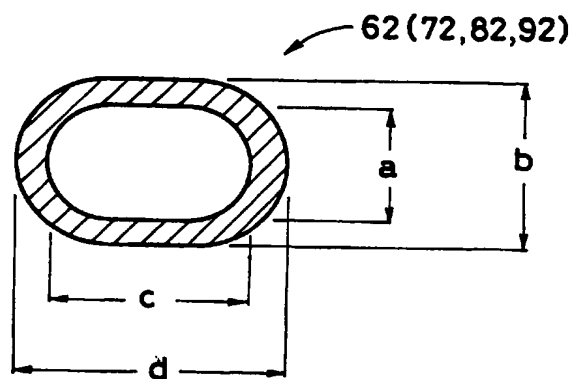


[図3]

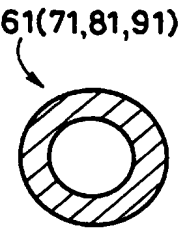
图 3



[図4A]

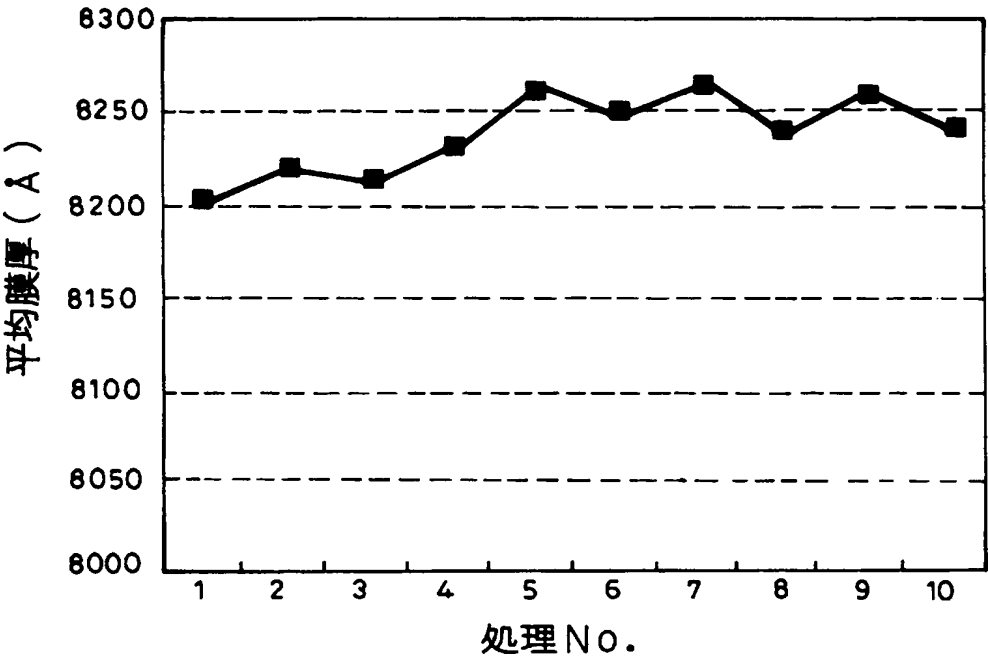


[図4B]



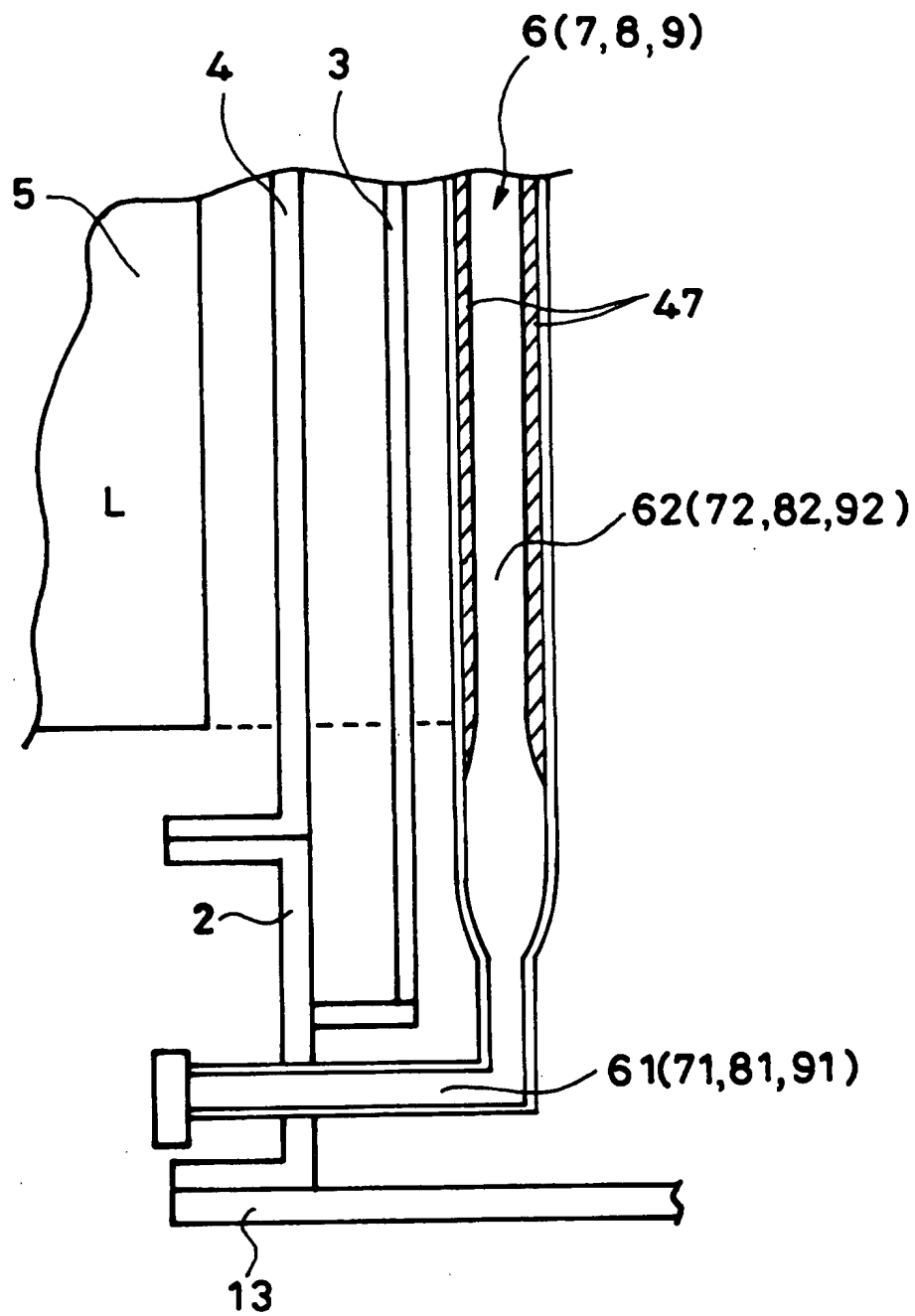
[図5]

図 5



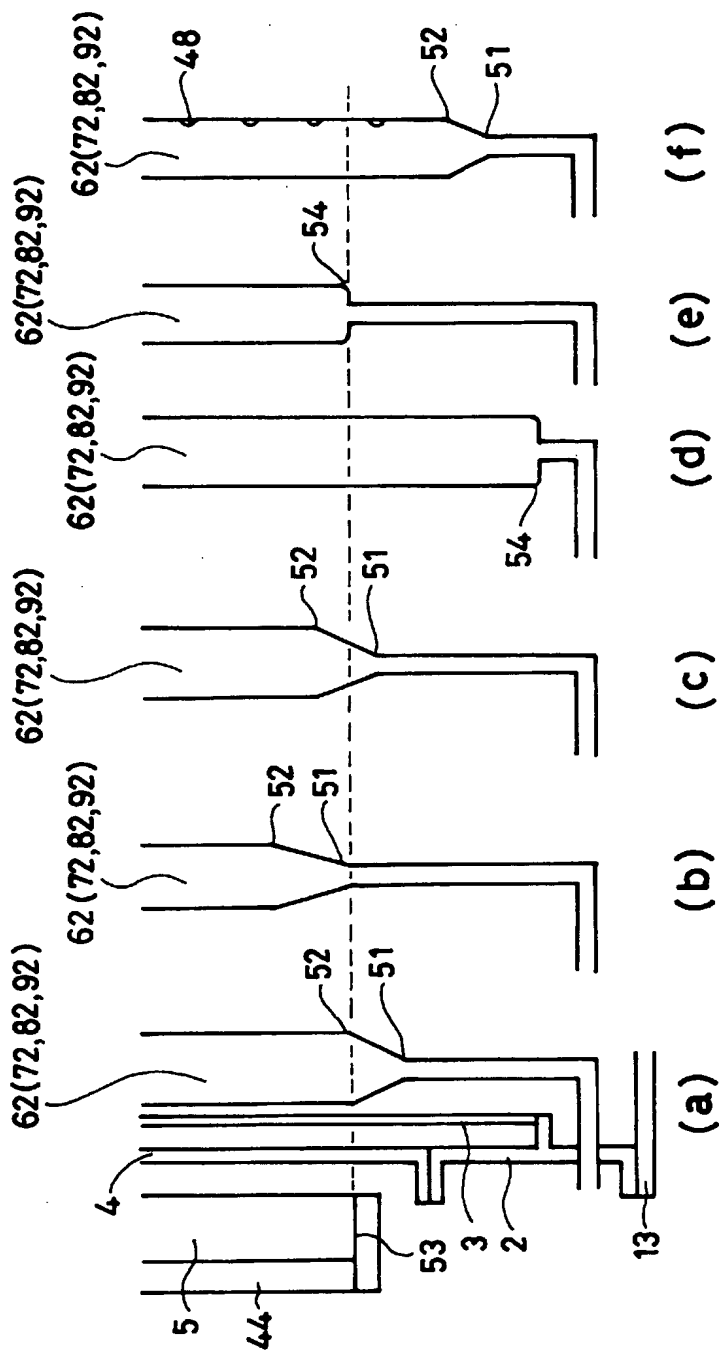
[図6]

図 6

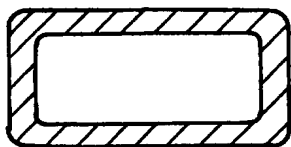


[図7]

図 7



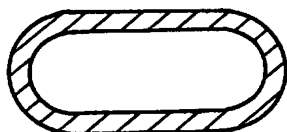
[図8A]



[図8B]



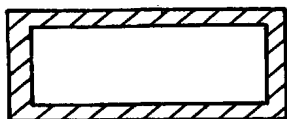
[図9A]



[図9B]



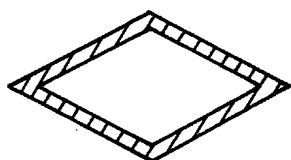
[図10A]



[図10B]



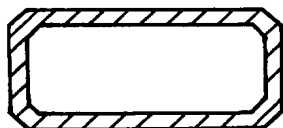
[図11A]



[図11B]



[図12A]

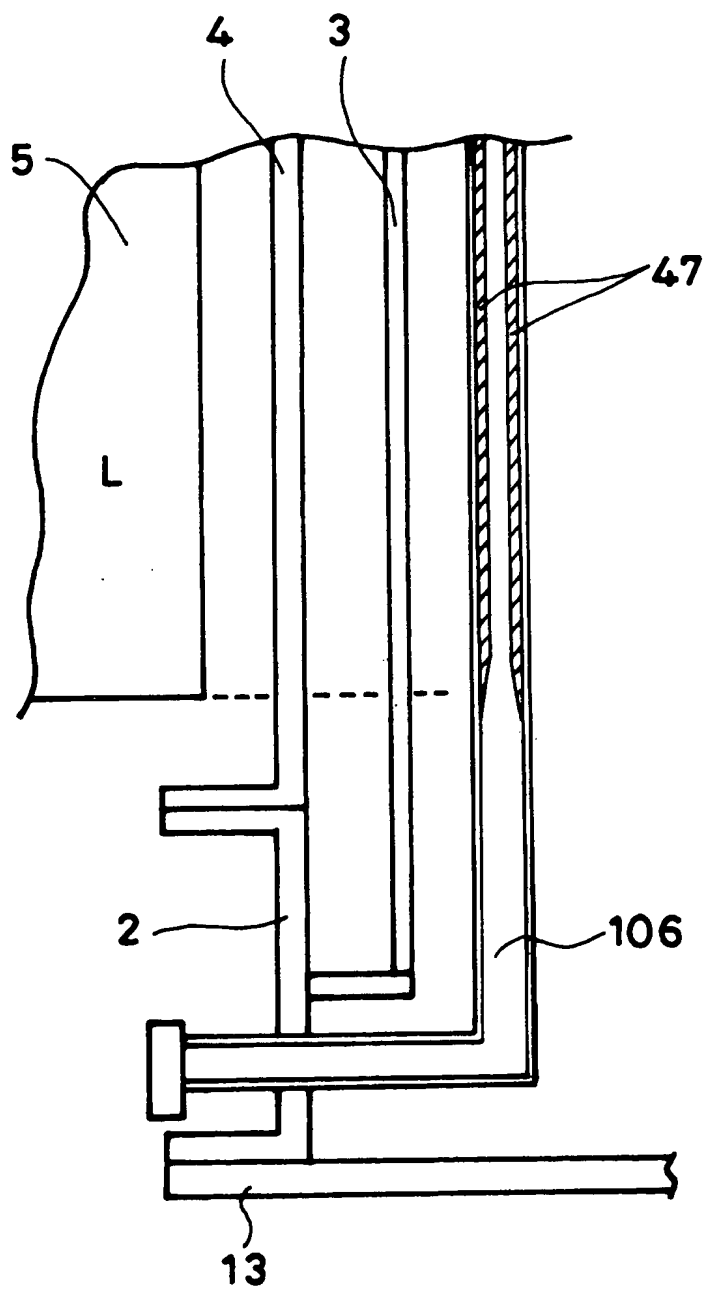


[図12B]



[図13]

図 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011266

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/205, C23C16/455

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/205, C23C16/455

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-353211 A (Tokyo Electron Ltd.), 06 December, 2002 (06.12.02), Par. Nos. [0002], [0016] to [0024], [0027] to [0030]; Figs. 5, 6 (Family: none)	1-7, 9, 10, 15 11-14
X Y	JP 9-102463 A (Sharp Corp.), 15 April, 1997 (15.04.97), Par. Nos. [0001], [0035] to [0045]; Figs. 6, 7, 8 (1)-(3) (Family: none)	1, 8-10, 15 12-14
Y	JP 2003-45811 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 14 February, 2003 (14.02.03), Par. Nos. [0001], [0009]; Fig. 1 (Family: none)	11-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 October, 2004 (27.10.04)

Date of mailing of the international search report
09 November, 2004 (09.11.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011266

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-45864 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 14 February, 2003 (14.02.03), Par. Nos. [0019] to [0023] & US 2003/024477 A1 & KR 2003013303 A	1-15
P,A	JP 2004-134466 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 30 April, 2004 (30.04.04), Par. Nos. [0012] to [0028] & WO 2004/034454 A1	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L21/205, C23C16/455

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L21/205, C23C16/455

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2002-353211 A (東京エレクトロン株式会社) 2002. 12. 06 【0002】 【0016】 - 【0024】 【0027】 - 【0030】 【図5】 【図6】	1-7, 9, 10, 15
Y	(ファミリーなし)	11-14
X	JP 9-102463 A (シャープ株式会社) 1997. 04. 15 【0001】 【0035】 - 【0045】 【図6】 【図7】 【図8】 (1)-(3)	1, 8-10, 15
Y	(ファミリーなし)	12-14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
27. 10. 2004

国際調査報告の発送日 09.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
今井 拓也

4 R 9169

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-45811 A (株式会社日立国際電気) 2003. 02. 14 【0001】 【0009】 【図1】 (ファミリーなし)	11-14
A	JP 2003-45864 A (株式会社日立国際電気) 2003. 02. 14 【0019】 - 【0023】 & US 2003/024477 A1 & KR 2003013303 A	1-15
P, A	JP 2004-134466 A (株式会社日立国際電気) 2004. 04. 30 【0012】 - 【0028】 & WO 2004/034454 A1	1-15